

Docket No.: 50395-115

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Masayuki NISHIMURA

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: September 28, 2001

Examiner:

For: OPTICAL CABLE, METHOD OF INSTALLING OPTICAL CABLE, AND OPTICAL
TRANSMISSION LINE



**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

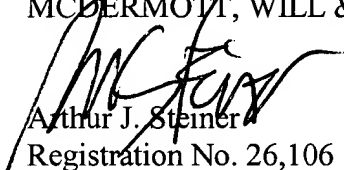
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. 2000-300180,
Filed September 29, 2000

A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Arthur J. Steiner

Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:ykg
Date: September 28, 2001
Facsimile: (202) 756-8087

日 本 国 特 許
JAPAN PATENT OFFICE

50395-115
September 28, 2001
NISHIMURA
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-300180

出 願 人

Applicant(s):

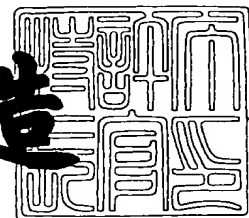
住友電気工業株式会社



2001年 5月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3037826

【書類名】 特許願

【整理番号】 100Y0281

【提出日】 平成12年 9月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/44

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会
社 横浜製作所内

【氏名】 西村 正幸

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0001754

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ケーブル、光ケーブル布設方法および光伝送路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号光波長における波長分散が正である第 1 の光ファイバと、前記信号光波長における波長分散が負である第 2 の光ファイバとが互いに接続部において融着接続され、前記第 1 の光ファイバおよび前記第 2 の光ファイバとともに前記接続部が収容されていることを特徴とする陸上用の光ケーブル。

【請求項 2】 ケーブル長が 1 k m 以上 1 0 k m 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 3】 前記第 1 の光ファイバの実効断面積と前記第 2 の光ファイバの実効断面積との比が 0 . 5 以下または 2 . 0 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 4】 前記接続部とケーブル端との間の距離が 1 0 0 m 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 5】 前記第 1 および前記第 2 の光ファイバそれぞれの前記信号光波長における波長分散の絶対値が 1 0 p s / n m / k m 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 6】 前記接続部が融着接続後に加熱処理され再被覆されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 7】 前記接続部における接続損失が 0 . 3 d B 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 8】 前記第 1 および前記第 2 の光ファイバそれぞれに各々を識別する為の識別情報が付されていることを特徴とする請求項 1 記載の光ケーブル。

【請求項 9】 請求項 1 記載の光ケーブルである第 1 の光ケーブルと、前記第 1 の光ファイバまたは前記第 2 の光ファイバが収容された第 2 の光ケーブルとを陸上に布設し、前記第 1 および前記第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のものを相互に接続することを特徴とする光ケーブル布設方法。

【請求項 1 0】 請求項 1 記載の光ケーブルである第 1 の光ケーブルおよび

第 2 の光ケーブルを陸上に布設し、前記第 1 および前記第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のものを相互に接続することを特徴とする光ケーブル布設方法。

【請求項 1 1】 請求項 1 記載の光ケーブルである第 1 の光ケーブルと、前記第 1 の光ファイバまたは前記第 2 の光ファイバが収容された第 2 の光ケーブルとが陸上に布設され、前記第 1 および前記第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のものが相互に接続されていることを特徴とする光伝送路。

【請求項 1 2】 請求項 1 記載の光ケーブルである第 1 の光ケーブルおよび第 2 の光ケーブルが陸上に布設され、前記第 1 および前記第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のものが相互に接続されていることを特徴とする光伝送路。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、陸上に布設するのに好適な光ケーブル、この光ケーブルを陸上に布設する方法、および、この光ケーブルを含む光伝送路に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

信号光波長における波長分散が正である第 1 の光ファイバと、信号光波長における波長分散が負である第 2 の光ファイバとを接続したハイブリッド光伝送路が知られている（例えば、文献 1 「M. Tsukitani, et al., "Low-loss dispersion-flattened hybrid transmission lines consisting of low-nonlinearity pure silica core fibres and dispersion compensating fibres", Electron. Lett., Vol.36, No.1, pp.64-66 (2000)」を参照）。このハイブリッド光伝送路は、信号光パワーが大きい上流側に実効断面積が大きい第 1 の光ファイバを設けることで、非線形光学現象に因る信号光の波形劣化を抑制することができるとともに、全体の累積波長分散の絶対値を小さくすることで、累積波長分散に因る信号光の波形劣化を抑制することができることから、長距離・大容量の情報を伝送する

光伝送システムにおいて好適に用いられ得る。

【0003】

また、第1の光ファイバと第2の光ファイバとを交互に接続した分散マネジメント光伝送路が知られている。この分散マネジメント光伝送路は、各地点における波長分散の絶対値を大きくすることで、非線形光学現象の1種である四光波混合に因る信号光の波形劣化を抑制することができるとともに、全体の累積波長分散の絶対値を小さくすることで、累積波長分散に因る信号光の波形劣化を抑制することができることから、長距離・大容量の情報を伝送する光伝送システムにおいて好適に用いられ得る。

【0004】

一方、光ケーブルは、複数本の光ファイバが束ねられて構成されたものであって、海底または陸上に布設されて、光伝送システムにおいて信号光を伝送する光伝送路として用いられる。この光ケーブルを用いてハイブリッド光伝送路を構成することも提案されている（例えば、文献2「M. Morimoto, et al., "Study on mechanical and optical characteristics of reverse dispersion fiber cables", International Wire & Cable Symposium Proceedings 1999, pp.51-54」や、文献3「L. Gruner-Nielsen, et al., "Cabling of dispersion compensating fibres", International Wire & Cable Symposium Proceedings 1999, pp.483-487」を参照）。

【0005】

陸上に布設される陸上用光ケーブルの場合には、布設可能な各光ケーブルの長さが10km程度以下に制限されることから、以下のようにしてハイブリッド光伝送路または分散マネジメント光伝送路が構成される。すなわち、複数の第1の光ファイバのみを収容した第1の光ケーブルが製造され、また、複数の第2の光ファイバのみを収容した第2の光ケーブルが製造されて、第1の光ケーブルと第2の光ケーブルとが陸上に布設される。そして、布設後に、各々の光ケーブルに収容された光ファイバが相互に融着接続される。

【0006】

なお、一般に、信号光波長における波長分散が正である第1の光ファイバの実

効断面積は、信号光波長における波長分散が負である第2の光ファイバの実効断面積と比べて大きい。このような実効断面積が互いに異なる2種類の光ファイバを相互に融着接像するのみでは接続損失が大きい。そこで、融着接続後に接続部を加熱して添加物を拡散することで、接続損失を低減することが行われる（例えば、特開平3-130705号公報を参照）。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、陸上用光ケーブルの場合にハイブリッド光伝送路または分散マネジメント光伝送路を構成しようとするには以下の問題点がある。すなわち、布設後にフィールドで異種の光ファイバを融着接続することから、この接続作業が困難であって、特に低損失の接続が困難であり、また、融着接続後の加熱により接続損失を低減することも困難である。また、融着接続用装置が大型であり、接続作業時間が長いことから、布設作業の効率が悪い。

【0008】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、接続した場合に接続損失を小さくすることができ、布設工事の効率が優れ、陸上に布設するのに好適な光ケーブルを提供することを目的とする。また、この光ケーブルを陸上に布設して光伝送路を構成する光ケーブル布設方法、および、この光ケーブルからなる光伝送路を提供することをも目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光ケーブルは、信号光波長における波長分散が正である第1の光ファイバと、信号光波長における波長分散が負である第2の光ファイバとが互いに接続部において融着接続され、第1の光ファイバおよび第2の光ファイバとともに接続部が収容されていることを特徴とする。本発明によれば、この光ケーブル内に第1（正分散）の光ファイバおよび第2（負分散）の光ファイバとともに接続部が収容されており、異種の光ファイバの間の融着接続が工場内で行われる。また、本発明に係る第1の光ケーブルと他の第2の光ケーブルとを接続する際、または、本発明に係る第1および第2の光ケーブルを接続する際に、各光ケー

ブルを陸上に布設した後に同種の光ファイバの間の融着接続をフィールドで行うことで、ハイブリッド光伝送路または分散マネージメント光伝送路を構成することができる。このフィールドにおける融着接続作業は、異種の光ファイバを相互に融着接続する必要がなく、同種の光ファイバを相互に融着接続するのみでよい。したがって、各接続点での接続損失を小さくことができ、光伝送路の損失を小さくすることができる。また、フィールドで融着接続作業を行う場合であっても、大型の融着接続用装置が不要であり、接続作業時間が短縮されるから、布設工事の効率が優れる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明に係る光ケーブルは、ケーブル長が 1 k m 以上 1 0 k m 以下であることを特徴とする。この場合には、この光ケーブルは陸上に布設する上で好適なものとなり、また、この光ケーブルを布設して光伝送路を構成する際の接続点の増加を抑制することができる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明に係る光ケーブルは、第 1 の光ファイバの実効断面積と第 2 の光ファイバの実効断面積との比が 0 . 5 以下または 2 . 0 以上であることを特徴とする。第 1 および第 2 の光ファイバの相互の融着接続の作業が工場内で行われるので、この接続作業が容易であって、接続損失を小さくことができ、また、融着接続後の加熱により接続損失を更に低減することができる。このとき、各光ファイバの実効断面積の比が 0 . 5 以下または 2 . 0 以上である場合には、工場内で接続作業を行うことで、フィールドで接続作業を行う場合と比較して、低接続損失の大きな効果が得られる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明に係る光ケーブルは、接続部とケーブル端との間の距離が 1 0 0 m 以上であることを特徴とする。この場合には、この光ケーブルを布設して光伝送路を構成する際に、光ケーブルの端部が切り落とされることがあっても、接続部が失われることがない。すなわち、光ケーブルの端部が切り落とされた場合であっても、この光ケーブル内には第 1 の光ファイバと第 2 の光ファイバとが接続されたものが収容されている。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る光ケーブルは、第 1 および第 2 の光ファイバそれぞれの信号光波長における波長分散の絶対値が 10 ps/nm/km 以上であることを特徴とする。この場合には、各光ファイバの各地点における波長分散の絶対値が大きく、四光波混合に因る信号光の波形劣化を抑制することができる。したがって、この光ケーブルは、ハイブリッド光伝送路または分散マネジメント光伝送路を構成するのに好適なものである。

【 0 0 1 4 】

また、本発明に係る光ケーブルは、接続部が融着接続後に加熱処理され再被覆されたものであることを特徴とする。この場合には、加熱処理を行うことにより、各光ファイバの主材料である石英ガラスの屈折率を上昇または降下させるために添加された添加物が拡散し、接続損失が低減され得る。また、この再被覆により、接続部の被覆径が他の部分の被覆径（通常 $250 \mu\text{m}$ ）と同程度となり、光ケーブル内に収容する上で好都合である。

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る光ケーブルは、接続部における接続損失が 0.3 dB 以下であることを特徴とする。この場合には、この光ケーブルが布設された光伝送路の損失が小さくなり、長距離の光伝送路を実現することができる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明に係る光ケーブルは、第 1 および第 2 の光ファイバそれぞれに各々を識別する為の識別情報が付されていることを特徴とする。この場合には、光ケーブル内に収容された各光ファイバの識別が容易となり、他の光ケーブルに収容された光ケーブルとの接続作業が容易となる。

【 0 0 1 7 】

本発明に係る光ケーブル布設方法は、上記の本発明に係る光ケーブルである第 1 の光ケーブルと、第 1 の光ファイバまたは第 2 の光ファイバが収容された第 2 の光ケーブルとを陸上に布設し、第 1 および第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のを相互に接続することを特徴とする。また、本発明に係る光伝送路は、上記の本発明に係る光ケーブルである第 1 の光ケーブル

と、第 1 の光ファイバまたは第 2 の光ファイバが収容された第 2 の光ケーブルとが陸上に布設され、第 1 および第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のもので相互に接続されていることを特徴とする。これによれば、フィールドにおける融着接続作業は、異種の光ファイバを相互に融着接続する必要がなく、同種の光ファイバを相互に融着接続するのみである。したがって、各接続点での接続損失を小さくことができ、光伝送路の損失を小さくすることができる。また、フィールドで融着接続作業を行う場合であっても、大型の融着接続用装置が不要であり、接続作業時間が短縮されるから、布設工事の効率が優れる。また、このようにして各光ケーブルが布設・接続されて構成された光伝送路はハイブリッド光伝送路となっている。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る光ケーブル布設方法は、上記の本発明に係る光ケーブルである第 1 の光ケーブルおよび第 2 の光ケーブルを陸上に布設し、第 1 および第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のもので相互に接続することを特徴とする。また、本発明に係る光伝送路は、上記の本発明に係る光ケーブルである第 1 の光ケーブルおよび第 2 の光ケーブルが陸上に布設され、第 1 および第 2 の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のもので相互に接続されていることを特徴とする。これによれば、フィールドにおける融着接続作業は、異種の光ファイバを相互に融着接続する必要がなく、同種の光ファイバを相互に融着接続するのみである。したがって、各接続点での接続損失を小さくことができ、光伝送路の損失を小さくすることができる。また、フィールドで融着接続作業を行う場合であっても、大型の融着接続用装置が不要であり、接続作業時間が短縮されるから、布設工事の効率が優れる。また、このようにして多数の光ケーブルが布設・接続されて構成された光伝送路は分散マネジメント光伝送路となっている。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 0 2 0 】

先ず、本発明に係る光ケーブルの実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係る光ケーブル100の説明図である。この光ケーブル100は、4本の光ファイバ線路101～104が収容されたものである。光ファイバ線路101は、第1の光ファイバ111と第2の光ファイバ121とが接続部131で融着接続されている。光ファイバ線路102は、第1の光ファイバ112と第2の光ファイバ122とが接続部132で融着接続されている。光ファイバ線路103は、第1の光ファイバ113と第2の光ファイバ123とが接続部133で融着接続されている。また、光ファイバ線路104は、第1の光ファイバ114と第2の光ファイバ124とが接続部134で融着接続されている。第1の光ファイバ111～114および第2の光ファイバ121～124とともに接続部131～134が光ケーブル100内に収容されて、この光ケーブル100が工場より出荷される。この光ケーブル100は接続クロージャ等のケーブル接続手段を含まない。

【 0 0 2 1 】

第1の光ファイバ111～114それぞれは、信号光波長における波長分散が正である。一方、第2の光ファイバ121～124それぞれは、信号光波長における波長分散が負である。ここで、信号光波長は、この光ケーブル100が用いられる光伝送システムにおける信号光の波長であり、例えば $1.55\mu\text{m}$ である。また、例えば、第1の光ファイバ111～114それぞれは、波長 $1.3\mu\text{m}$ 付近で波長分散が零であり、波長 $1.55\mu\text{m}$ で波長分散が $+17\text{ps/nm/km}$ 程度であり、実効断面積が $80\mu\text{m}^2$ 程度である標準的なシングルモード光ファイバである。一方、第2の光ファイバ121～124それぞれは、波長 $1.55\mu\text{m}$ で波長分散が -17ps/nm/km 程度であり、実効断面積が $25\mu\text{m}^2$ 程度である分散補償光ファイバである。

【 0 0 2 2 】

この光ケーブル100は、ケーブル長が 1km 以上 10km 以下であるのが好適である。ケーブル長が 10km 以下であることにより、この光ケーブル100は陸上に布設する上で好適なものとなる。また、ケーブル長が 1km 以上である

ことにより、この光ケーブル 1 0 0 を布設して光伝送路を構成する際の接続点の増加を抑制することができる。

【 0 0 2 3 】

この光ケーブル 1 0 0 は、異種の光ファイバの相互の融着接続の作業が工場内で行われるので、この接続作業が容易であって、接続損失を小さくすることができる、また、融着接続後の加熱により接続損失を更に低減することができる。また、布設作業の効率が優れる。特に、第 1 の光ファイバ 1 1 1 ~ 1 1 4 それぞれの実効断面積と第 2 の光ファイバ 1 2 1 ~ 1 2 4 それぞれの実効断面積との比が 0 . 5 以下または 2 . 0 以上である場合には、工場内で接続作業を行うことで、フィールドで接続作業を行う場合と比較して、低接続損失の大きな効果が得られる。

【 0 0 2 4 】

この光ケーブル 1 0 0 は、接続部 1 3 1 ~ 1 3 4 とケーブル端との間の距離が 1 0 0 m 以上であるのが好適である。このようにすることで、この光ケーブル 1 0 0 を布設して光伝送路を構成する際に、光ケーブル 1 0 0 の端部が切り落とされることがあっても、接続部 1 3 1 ~ 1 3 4 が失われることがない。すなわち、光ケーブル 1 0 0 の端部が切り落とされた場合であっても、この光ケーブル 1 0 0 内に収容された光ファイバ線路 1 0 1 ~ 1 0 4 は、第 1 の光ファイバ 1 1 1 ~ 1 1 4 と第 2 の光ファイバ 1 2 1 ~ 1 2 4 とが接続されたものである。

【 0 0 2 5 】

この光ケーブル 1 0 0 は、第 1 の光ファイバ 1 1 1 ~ 1 1 4 それぞれの信号光波長における波長分散が 10 ps/nm/km 以上であり、第 2 の光ファイバ 1 2 1 ~ 1 2 4 それぞれの信号光波長における波長分散が -10 ps/nm/km 以下であるのが好適である。このようにすることで、光ファイバ線路 1 0 1 ~ 1 0 4 それぞれの各地点における波長分散の絶対値が大きく、四光波混合に因る信号光の波形劣化を抑制することができる。

【 0 0 2 6 】

この光ケーブル 1 0 0 は、接続部 1 3 1 ~ 1 3 4 それぞれが融着接続後に加熱処理されたものであるのが好適である。この加熱処理を行うことにより、各光フ

ファイバの主材料である石英ガラスの屈折率を上昇または降下させるために添加された添加物が拡散し、接続損失が例えば 0. 1 5 d B 程度にまで低減され得る。

【 0 0 2 7 】

この光ケーブル 1 0 0 は、接続部 1 3 1 ~ 1 3 4 それぞれが融着接続の後（加熱処理が行われた場合には加熱処理の後）に樹脂で再被覆されたものであるのが好適である。この再被覆により、接続部 1 3 1 ~ 1 3 4 それぞれの被覆径が他の部分の被覆径（通常 2 5 0 μ m）と同程度となり、光ケーブル 1 0 0 内に収容する上で好都合である。

【 0 0 2 8 】

この光ケーブル 1 0 0 は、接続部 1 3 1 ~ 1 3 4 それぞれにおける接続損失が 0. 3 d B 以下であるのが好適である。このような低接続損失は、融着接続後に加熱処理することで容易に実現することができる。この場合には、この光ケーブル 1 0 0 が布設された光伝送路の損失が小さくなり、長距離の光伝送路を実現することができる。

【 0 0 2 9 】

この光ケーブル 1 0 0 は、第 1 の光ファイバ 1 1 1 ~ 1 1 4 および第 2 の光ファイバ 1 2 1 ~ 1 2 4 それぞれに、各々の種別（すなわち、第 1（正分散）であるか第 2（負分散）であるか）を識別する為の識別情報が付されているのが好適である。この識別情報は、各光ファイバの被覆樹脂の色であってもよいし、各光ファイバの被覆樹脂の表面に記された記号であってもよい。このようにすることで、光ケーブル 1 0 0 内に収容された各光ファイバの識別が容易となり、他の光ケーブルに収容された光ケーブルとの接続作業が容易となる。

【 0 0 3 0 】

次に、本発明に係る光ケーブル布設方法および光伝送路の第 1 の実施形態について説明する。図 2 は、第 1 の実施形態に係る光ケーブル布設方法および光伝送路 1 の説明図である。この図に示す光伝送路 1 は、中継局 3 0 0₁ と中継局 3 0 0₂ との間に、光ケーブル 2 0 0₁ ~ 2 0 0₄、光ケーブル 1 0 0 および光ケーブル 2 0 0₅ ~ 2 0 0₈ が順に布設されて接続されたものである。光ケーブル 1 0 0 は、上述した本実施形態に係るものである。

【 0 0 3 1 】

中継局 3 0 0₁ と光ケーブル 1 0 0 との間にある各光ケーブル 2 0 0_n (n = 1 ~ 4) は、接続部を含まず、第 1 の光ファイバ 2 1 1_n および 2 1 2_n ならびに第 2 の光ファイバ 2 2 3_n および 2 2 4_n が収容されている。中継局 3 0 0₂ と光ケーブル 1 0 0 との間にある各光ケーブル 2 0 0_n (n = 5 ~ 8) は、接続部を含まず、第 1 の光ファイバ 2 1 3_n および 2 1 4_n ならびに第 2 の光ファイバ 2 2 1_n および 2 2 2_n が収容されている。

【 0 0 3 2 】

第 1 の光ファイバ 2 1 1_n および 2 1 2_n (n = 1 ~ 4) ならびに第 1 の光ファイバ 2 1 3_n および 2 1 4_n (n = 5 ~ 8) それぞれは、光ケーブル 1 0 0 内に収容されている第 1 の光ファイバ 1 1 1 ~ 1 1 4 と同種のものであって、信号光波長における波長分散が正であり、また、第 1 の光ファイバ 1 1 1 ~ 1 1 4 と同様の識別情報が付されているのが好適である。第 2 の光ファイバ 2 2 3_n および 2 2 4_n (n = 1 ~ 4) ならびに第 2 の光ファイバ 2 2 1_n および 2 2 2_n (n = 5 ~ 8) それぞれは、光ケーブル 1 0 0 内に収容されている第 2 の光ファイバ 1 2 1 ~ 1 2 4 と同種のものであって、信号光波長における波長分散が負であり、また、第 2 の光ファイバ 1 2 1 ~ 1 2 4 と同様の識別情報が付されているのが好適である。

【 0 0 3 3 】

この光伝送路 1 は、4 本の光ファイバ線路 1 1 ~ 1 4 を含む。光ファイバ線路 1 1 は、光ケーブル 2 0 0_n 内の第 1 の光ファイバ 2 1 1_n (n = 1 ~ 4)、光ケーブル 1 0 0 内の第 1 の光ファイバ 1 1 1 および第 2 の光ファイバ 1 2 1、ならびに、光ケーブル 2 0 0_n 内の第 2 の光ファイバ 2 2 1_n (n = 5 ~ 8) が順に融着接続されたものである。光ファイバ線路 1 2 は、光ケーブル 2 0 0_n 内の第 1 の光ファイバ 2 1 2_n (n = 1 ~ 4)、光ケーブル 1 0 0 内の第 1 の光ファイバ 1 1 2 および第 2 の光ファイバ 1 2 2、ならびに、光ケーブル 2 0 0_n 内の第 2 の光ファイバ 2 2 2_n (n = 5 ~ 8) が順に融着接続されたものである。

【 0 0 3 4 】

光ファイバ線路 1 3 は、光ケーブル 2 0 0_n 内の第 2 の光ファイバ 2 2 3_n (n

$n = 1 \sim 4$ ）、光ケーブル 1 0 0 内の第 2 の光ファイバ 1 2 3 および第 1 の光ファイバ 1 1 3、ならびに、光ケーブル $2 0 0_n$ 内の第 1 の光ファイバ $2 1 3_n$ ($n = 5 \sim 8$) が順に融着接続されたものである。光ファイバ線路 1 4 は、光ケーブル $2 0 0_n$ 内の第 2 の光ファイバ $2 2 4_n$ ($n = 1 \sim 4$)、光ケーブル 1 0 0 内の第 2 の光ファイバ 1 2 4 および第 1 の光ファイバ 1 1 4、ならびに、光ケーブル $2 0 0_n$ 内の第 1 の光ファイバ $2 1 4_n$ ($n = 5 \sim 8$) が順に融着接続されたものである。

【 0 0 3 5 】

光ケーブル 1 0 0 内の接続部 1 3 1 \sim 1 3 4 は、上述したように工場内で融着接続した後に光ケーブル 1 0 0 内に収容されたものである。光ケーブル $2 0 0_n$ に収容された各光ファイバと光ケーブル $2 0 0_{n+1}$ に収容された各光ファイバとの間の融着接続はフィールドで行われる ($n = 1 \sim 3, 5 \sim 7$)。光ケーブル $2 0 0_4$ に収容された各光ファイバと光ケーブル 1 0 0 内に収容された各光ファイバとの間の融着接続もフィールドで行われる。また、光ケーブル 1 0 0 内に収容された各光ファイバと光ケーブル $2 0 0_5$ に収容された各光ファイバとの間の融着接続もフィールドで行われる。

【 0 0 3 6 】

そして、光ケーブル $2 0 0_n$ と光ケーブル $2 0 0_{n+1}$ との間の接続部は接続クロージャ $4 0 0_n$ 内に収められる ($n = 1 \sim 3$)。光ケーブル $2 0 0_4$ と光ケーブル 1 0 0 との間の接続部は接続クロージャ $4 0 0_4$ 内に収められる。光ケーブル 1 0 0 と光ケーブル $2 0 0_5$ との間の接続部は接続クロージャ $4 0 0_5$ 内に収められる。また、光ケーブル $2 0 0_{n-1}$ と光ケーブル $2 0 0_n$ との間の接続部は接続クロージャ $4 0 0_n$ 内に収められる ($n = 6 \sim 8$)。

【 0 0 3 7 】

以上に説明した光ケーブル布設方法では、フィールドにおける融着接続作業は、異種の光ファイバを相互に融着接続する必要がなく、同種の光ファイバを相互に融着接続するのみである。したがって、各接続点での接続損失を小さくことができ、光伝送路 1 の損失を小さくすることができる。また、フィールドで融着接続作業を行う場合であっても、大型の融着接続用装置が不要であり、接続作業時

間が短縮されるから、布設工事の効率が優れる。

【0038】

また、このようにして各光ケーブルが布設・接続されて構成された光伝送路1はハイブリッド光伝送路となっている。すなわち、光ファイバ線路11については、信号光波長における波長分散が正である第1の光ファイバ211_n ($n=1\sim4$) および第1の光ファイバ111が接続されて中継局300₁側に設けられ、信号光波長における波長分散が負である第2の光ファイバ121および第2の光ファイバ221_n ($n=5\sim8$) が接続されて中継局300₂側に設けられている。同様に、光ファイバ線路12については、信号光波長における波長分散が正である第1の光ファイバ212_n ($n=1\sim4$) および第1の光ファイバ112が接続されて中継局300₁側に設けられ、信号光波長における波長分散が負である第2の光ファイバ122および第2の光ファイバ222_n ($n=5\sim8$) が接続されて中継局300₂側に設けられている。

【0039】

光ファイバ線路13については、信号光波長における波長分散が負である第2の光ファイバ223_n ($n=1\sim4$) および第2の光ファイバ123が接続されて中継局300₁側に設けられ、信号光波長における波長分散が正である第1の光ファイバ113および第1の光ファイバ213_n ($n=5\sim8$) が接続されて中継局300₂側に設けられている。同様に、光ファイバ線路14については、信号光波長における波長分散が負である第2の光ファイバ224_n ($n=1\sim4$) および第2の光ファイバ124が接続されて中継局300₁側に設けられ、信号光波長における波長分散が正である第1の光ファイバ114および第1の光ファイバ214_n ($n=5\sim8$) が接続されて中継局300₂側に設けられている。

【0040】

したがって、中継局300₁から300₂へ信号光を伝送するには、光ファイバ線路11または12を用いるのが好適であり、逆に中継局300₂から300₁へ信号光を伝送するには、光ファイバ線路13または14を用いるのが好適である。このようにすることで、この光伝送路1は、信号光パワーが大きい上流側に実効断面積が大きい第1の光ファイバを設けられて、非線形光学現象に因る信号光

の波形劣化を抑制することができるとともに、全体の累積波長分散の絶対値を小さくすることで、累積波長分散に因る信号光の波形劣化を抑制することができることから、長距離・大容量の情報を伝送する光伝送システムにおいて好適に用いられ得る。

【 0 0 4 1 】

次に、本発明に係る光ケーブル布設方法および光伝送路の第 2 の実施形態について説明する。図 3 は、第 2 の実施形態に係る光ケーブル布設方法および光伝送路 2 の説明図である。この図に示す光伝送路 2 は、中継局 3 0 0₁ と中継局 3 0 0₂ との間に、光ケーブル 1 0 0₁ ~ 1 0 0₉ が順に布設されて接続されたものである。これら光ケーブル 1 0 0₁ ~ 1 0 0₉ は、上述した本実施形態に係るものである。この光伝送路 2 は、4 本の光ファイバ線路 2 1 ~ 2 4 を含む。

【 0 0 4 2 】

光ファイバ線路 2 1 は、光ケーブル 1 0 0₁ 内の第 1 の光ファイバ 1 1 1₁ および第 2 の光ファイバ 1 2 1₁、光ケーブル 1 0 0₂ 内の第 2 の光ファイバ 1 2 1₂ および第 1 の光ファイバ 1 1 1₂、光ケーブル 1 0 0₃ 内の第 1 の光ファイバ 1 1 1₃ および第 2 の光ファイバ 1 2 1₃、光ケーブル 1 0 0₄ 内の第 2 の光ファイバ 1 2 1₄ および第 1 の光ファイバ 1 1 1₄、光ケーブル 1 0 0₅ 内の第 1 の光ファイバ 1 1 1₅ および第 2 の光ファイバ 1 2 1₅、光ケーブル 1 0 0₆ 内の第 2 の光ファイバ 1 2 1₆ および第 1 の光ファイバ 1 1 1₆、光ケーブル 1 0 0₇ 内の第 1 の光ファイバ 1 1 1₇ および第 2 の光ファイバ 1 2 1₇、光ケーブル 1 0 0₈ 内の第 2 の光ファイバ 1 2 1₈ および第 1 の光ファイバ 1 1 1₈、ならびに、光ケーブル 1 0 0₉ 内の第 1 の光ファイバ 1 1 1₉ および第 2 の光ファイバ 1 2 1₉ が順に融着接続されたものである。

【 0 0 4 3 】

光ファイバ線路 2 2 は、光ケーブル 1 0 0₁ 内の第 1 の光ファイバ 1 1 2₁ および第 2 の光ファイバ 1 2 2₁、光ケーブル 1 0 0₂ 内の第 2 の光ファイバ 1 2 2₂ および第 1 の光ファイバ 1 1 2₂、光ケーブル 1 0 0₃ 内の第 1 の光ファイバ 1 1 2₃ および第 2 の光ファイバ 1 2 2₃、光ケーブル 1 0 0₄ 内の第 2 の光ファイバ 1 2 2₄ および第 1 の光ファイバ 1 1 2₄、光ケーブル 1 0 0₅ 内の第 1 の光ファ

ファイバ112₅および第2の光ファイバ122₅、光ケーブル100₆内の第2の光ファイバ122₆および第1の光ファイバ112₆、光ケーブル100₇内の第1の光ファイバ112₇および第2の光ファイバ122₇、光ケーブル100₈内の第2の光ファイバ122₈および第1の光ファイバ112₈、ならびに、光ケーブル100₉内の第1の光ファイバ112₉および第2の光ファイバ122₉が順に融着接続されたものである。

【0044】

光ファイバ線路23は、光ケーブル100₁内の第2の光ファイバ123₁および第2の光ファイバ113₁、光ケーブル100₂内の第1の光ファイバ113₂および第1の光ファイバ123₂、光ケーブル100₃内の第2の光ファイバ123₃および第2の光ファイバ113₃、光ケーブル100₄内の第1の光ファイバ113₄および第1の光ファイバ123₄、光ケーブル100₅内の第2の光ファイバ123₅および第2の光ファイバ113₅、光ケーブル100₆内の第1の光ファイバ113₆および第1の光ファイバ123₆、光ケーブル100₇内の第2の光ファイバ123₇および第2の光ファイバ113₇、光ケーブル100₈内の第1の光ファイバ113₈および第1の光ファイバ123₈、ならびに、光ケーブル100₉内の第2の光ファイバ123₉および第2の光ファイバ113₉が順に融着接続されたものである。

【0045】

光ファイバ線路24は、光ケーブル100₁内の第2の光ファイバ124₁および第2の光ファイバ114₁、光ケーブル100₂内の第1の光ファイバ114₂および第1の光ファイバ124₂、光ケーブル100₃内の第2の光ファイバ124₃および第2の光ファイバ114₃、光ケーブル100₄内の第1の光ファイバ114₄および第1の光ファイバ124₄、光ケーブル100₅内の第2の光ファイバ124₅および第2の光ファイバ114₅、光ケーブル100₆内の第1の光ファイバ114₆および第1の光ファイバ124₆、光ケーブル100₇内の第2の光ファイバ124₇および第2の光ファイバ114₇、光ケーブル100₈内の第1の光ファイバ114₈および第1の光ファイバ124₈、ならびに、光ケーブル100₉内の第2の光ファイバ124₉および第2の光ファイバ114₉が順に

融着接続されたものである。

【0046】

光ケーブル100₁～100_gそれぞれの内部の接続部は、上述したように工場内で融着接続した後に各光ケーブル内に収容されたものである。光ケーブル100_nに収容された各光ファイバと光ケーブル100_{n+1}に収容された各光ファイバとの間の融着接続はフィールドで行われる（ $n=1\sim 8$ ）。そして、光ケーブル100_nと光ケーブル100_{n+1}との間の接続部は接続クロージャ400_n内に収められる（ $n=1\sim 8$ ）。

【0047】

以上に説明した光ケーブル布設方法では、フィールドにおける融着接続作業は、異種の光ファイバを相互に融着接続する必要がなく、同種の光ファイバを相互に融着接続するのみである。したがって、各接続点での接続損失を小さくことができ、光伝送路2の損失を小さくすることができる。また、フィールドで融着接続作業を行う場合であっても、大型の融着接続用装置が不要であり、接続作業時間が短縮されるから、布設工事の効率が優れる。

【0048】

また、このようにして各光ケーブルが布設・接続されて構成された光伝送路2は分散マネジメント光伝送路となっている。すなわち、光ファイバ線路21～24それぞれについて、中継器300₁と300₂との間に信号光波長における波長分散が正である正分散区間および負である負分散区間が交互に設けられている。したがって、この光伝送路2は、各地点における波長分散の絶対値を大きくすることで、四光波混合に因る信号光の波形劣化を抑制することができるとともに、全体の累積波長分散の絶対値を小さくすることで、累積波長分散に因る信号光の波形劣化を抑制することができることから、長距離・大容量の情報を伝送する光伝送システムにおいて好適に用いられ得る。

【0049】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、各光ケーブルに収容される光ファイバの本数は、上記実施形態では説明を簡便にするために4としたが、これに限られない。

【 0 0 5 0 】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したとおり、本発明によれば、光ケーブル内に第1（正分散）の光ファイバおよび第2（負分散）の光ファイバとともに接続部が収容されており、異種の光ファイバの間の融着接続が工場内で行われる。また、本発明に係る第1の光ケーブルと他の第2の光ケーブルとを接続する際、または、本発明に係る第1および第2の光ケーブルを接続する際に、各光ケーブルを陸上に布設した後同種の光ファイバの間の融着接続をフィールドで行うことで、ハイブリッド光伝送路または分散マネージメント光伝送路を構成することができる。このフィールドにおける融着接続作業は、異種の光ファイバを相互に融着接続する必要がなく、同種の光ファイバを相互に融着接続するのみでよい。したがって、各接続点での接続損失を小さくことができ、光伝送路の損失を小さくすることができる。また、フィールドで融着接続作業を行う場合であっても、大型の融着接続用装置が不要であり、接続作業時間が短縮されるから、布設工事の効率が優れる。

【 0 0 5 1 】

また、本発明に係る光ケーブルは、ケーブル長が1 km以上10 km以下である場合には、陸上に布設する上で好適なものとなり、また、布設して光伝送路を構成する際の接続点の増加を抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

また、本発明に係る光ケーブルは、第1の光ファイバの実効断面積と第2の光ファイバの実効断面積との比が0.5以下または2.0以上であるのが好適であり、この場合には、融着接続後の加熱処理による接続損失の低減の効果が大きい。

【 0 0 5 3 】

また、本発明に係る光ケーブルは、接続部とケーブル端との間の距離が100 m以上である場合には、布設して光伝送路を構成する際に、光ケーブルの端部が切り落とされることがあっても、接続部が失われることがなく、第1の光ファイバと第2の光ファイバとが接続されたものが収容されている。

【 0 0 5 4 】

また、本発明に係る光ケーブルは、第1および第2の光ファイバそれぞれの信号光波長における波長分散の絶対値が 10 ps/nm/km 以上である場合には、各光ファイバの各地点における波長分散の絶対値が大きく、四光波混合に因る信号光の波形劣化を抑制することができ、したがって、ハイブリッド光伝送路または分散マネージメント光伝送路を構成するのに好適なものである。

【0055】

また、本発明に係る光ケーブルは、接続部が融着接続後に加熱処理され再被覆されたものである場合には、加熱処理を行うことにより、各光ファイバの主材料である石英ガラスの屈折率を上昇または降下させるために添加された添加物が拡散し、接続損失が低減され得る。また、この再被覆により、接続部の被覆径が他の部分の被覆径と同程度となり、光ケーブル内に収容する上で好都合である。

【0056】

また、本発明に係る光ケーブルは、接続部における接続損失が 0.3 dB 以下である場合には、布設された光伝送路の損失が小さくなり、長距離の光伝送路を実現することができる。

【0057】

また、本発明に係る光ケーブルは、第1および第2の光ファイバそれぞれに各々を識別する為の識別情報が付されている場合には、収容された各光ファイバの識別が容易となり、他の光ケーブルに収容された光ケーブルとの接続作業が容易となる。

【0058】

本発明に係る光ケーブル布設方法は、上記の本発明に係る光ケーブルである第1の光ケーブルと、第1の光ファイバまたは第2の光ファイバが収容された第2の光ケーブルとを陸上に布設し、第1および第2の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のものを相互に接続する。或いは、本発明に係る光ケーブル布設方法は、上記の本発明に係る光ケーブルである第1の光ケーブルおよび第2の光ケーブルを陸上に布設し、第1および第2の光ケーブルそれぞれに収容された光ファイバのうち同種のものを相互に接続する。また、本発明に係る光伝送路は、上記の本発明に係る光ケーブル布設方法により各光ケーブルが布設・

接続されたものである。これによれば、フィールドにおける融着接続作業は、異種の光ファイバを相互に融着接続する必要がなく、同種の光ファイバを相互に融着接続するのみである。したがって、各接続点での接続損失を小さくことができ、光伝送路の損失を小さくすることができる。また、フィールドで融着接続作業を行う場合であっても、大型の融着接続用装置が不要であり、接続作業時間が短縮されるから、布設工事の効率が優れる。このように本発明に係る光ケーブルを用いることでハイブリッド光伝送路または分散マネージメント光伝送路を容易に構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態に係る光ケーブルの説明図である。

【図 2】

第 1 の実施形態に係る光ケーブル布設方法および光伝送路の説明図である。

【図 3】

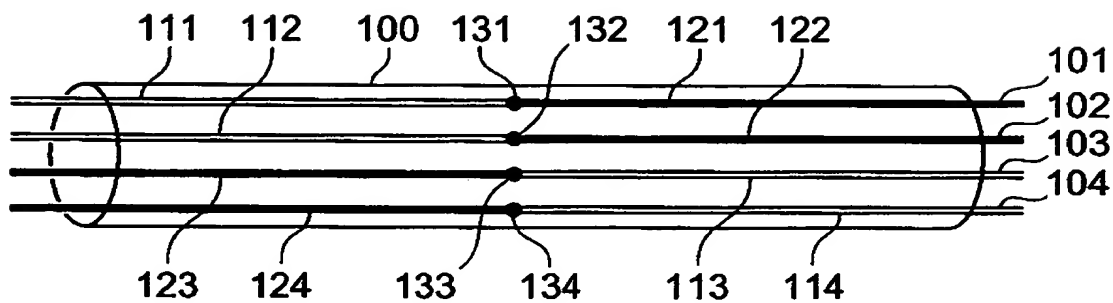
第 2 の実施形態に係る光ケーブル布設方法および光伝送路の説明図である。

【符号の説明】

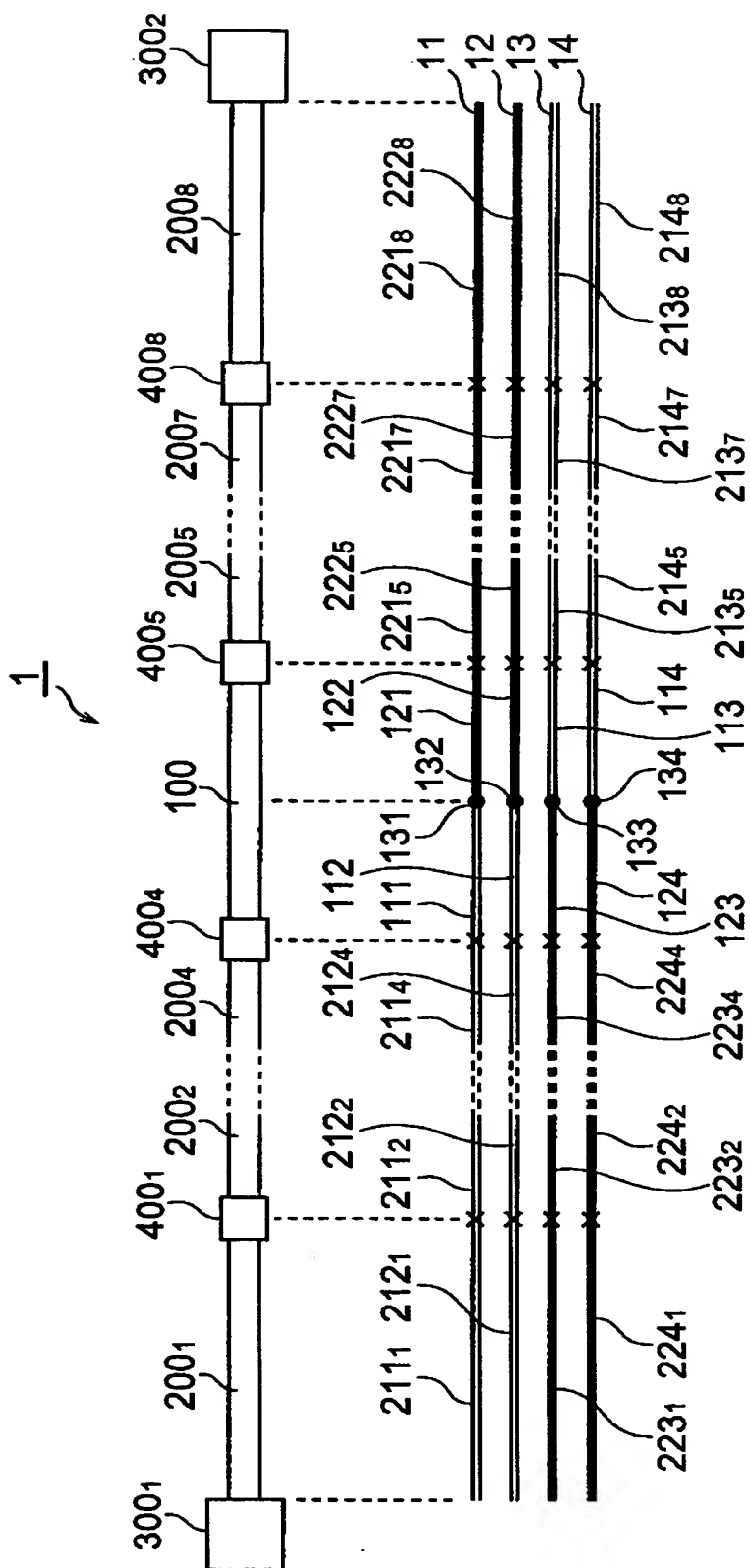
1, 2 … 光伝送路、11～14 … 光ファイバ線路、100 … 光ケーブル、101～104 … 光ファイバ線路、111～114 … 第 1 の光ファイバ、121～124 … 第 2 の光ファイバ、131～134 … 接続部、200 … 光ケーブル、211～214 … 第 1 の光ファイバ、221～224 … 第 2 の光ファイバ、300 … 中継局、400 … 接続クロージャ。

【書類名】 図面

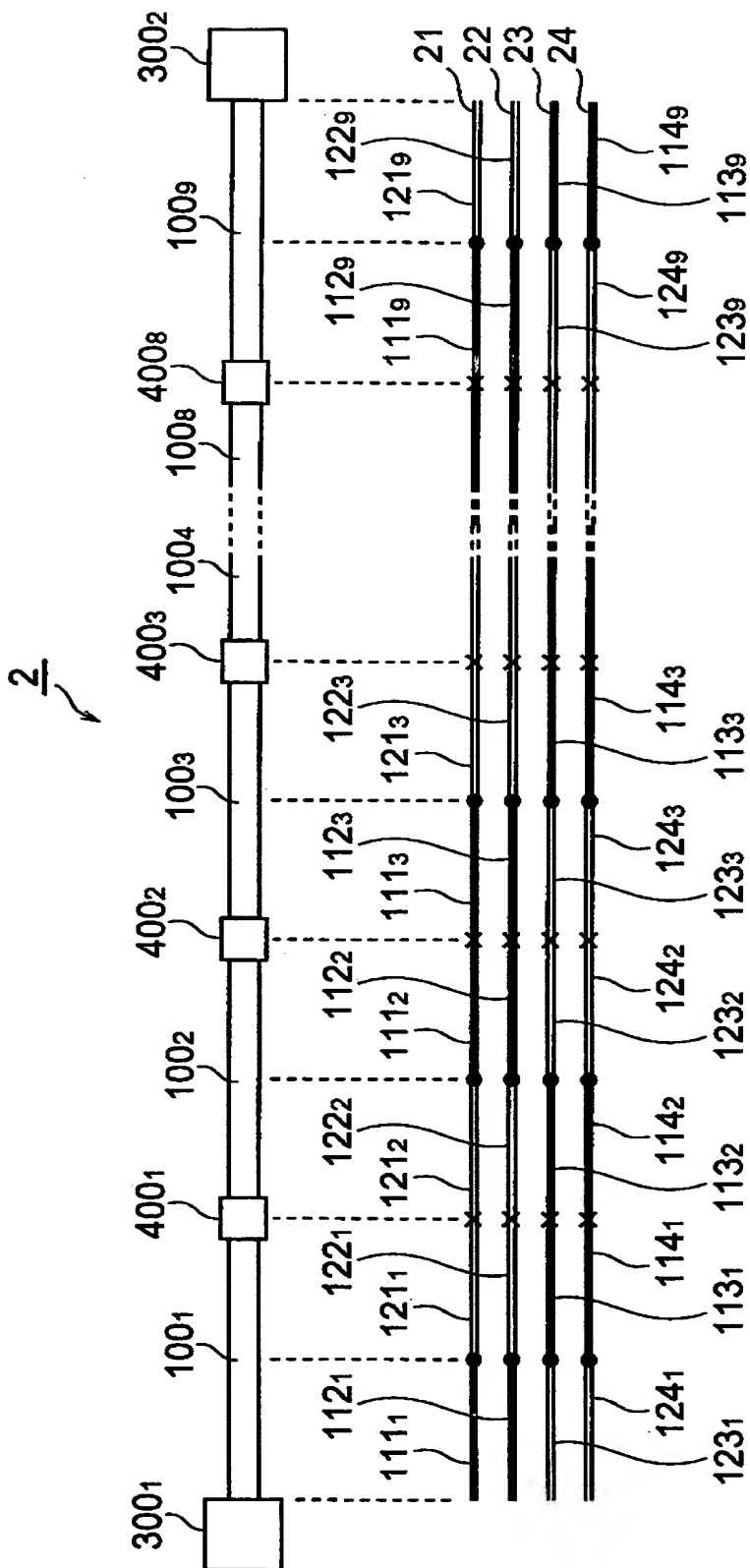
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 接続した場合に接続損失を小さくすることができ、布設工事の効率が優れ、陸上に布設するのに好適な光ケーブルを提供する。

【解決手段】 光ファイバ線路101は第1の光ファイバ111と第2の光ファイバ121とが接続部131で融着接続されている。光ファイバ線路102は第1の光ファイバ112と第2の光ファイバ122とが接続部132で融着接続されている。光ファイバ線路103は第1の光ファイバ113と第2の光ファイバ123とが接続部133で融着接続されている。光ファイバ線路104は第1の光ファイバ114と第2の光ファイバ124とが接続部134で融着接続されている。第1の光ファイバおよび第2の光ファイバとともに接続部が光ケーブル100内に收容されている。第1の光ファイバは信号光波長における波長分散が正であり、第2の光ファイバは波長分散が負である。

【選択図】 図1

特2000-300180

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002130]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
氏 名 住友電気工業株式会社